

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**PRODUTOS DE CONFEITARIA:
INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO**

Mariana Peneda Paiva Cubal de Almeida

Orientador

Doutor Paulo Manuel Rodrigues Martins da Costa

Coorientadora

Doutora Sofia Alexandra Almeida Ferreira Vieira da Silva

Porto 2018

Relatório Final de Estágio
Mestrado Integrado em Medicina Veterinária

**PRODUTOS DE CONFEITARIA:
INVESTIGAÇÃO E DESENVOLVIMENTO**

Mariana Peneda Paiva Cubal de Almeida

Orientador

Doutor Paulo Manuel Rodrigues Martins da Costa

Coorientadora

Doutora Sofia Alexandra Almeida Ferreira Vieira da Silva

Porto 2018

*“My mama always said, life is like a box of chocolates.
You never know what you're gonna get.”*

– Forrest Gump, 1994

Resumo

O presente relatório é referente ao estágio curricular realizado numa empresa do setor alimentar, mais especificamente, do setor de confeitaria.

O estágio decorreu no departamento de investigação, desenvolvimento e qualidade da empresa entre 4 de Outubro de 2017 e 24 de Janeiro de 2018.

Este relatório encontra-se dividido em quatro capítulos. No primeiro é feita uma breve apresentação da empresa e do departamento onde o estágio se desenvolveu. No segundo capítulo é feita uma apresentação dos produtos e dos seus processos de fabrico, dando especial ênfase à importância do controlo e otimização destes mesmos processos, usando metodologias de melhoria contínua. No terceiro capítulo são apresentados em detalhe os dois projetos desenvolvidos durante o período de estágio, especificando os seus objetivos, a metodologia adotada, os resultados obtidos e as vantagens para a empresa.

O primeiro projeto consistiu na reformulação de uma tablete de chocolate com inclusões. Pretendia-se, com esta, obter uma tablete que se assemelhasse em aspeto, sabor, textura, aroma, *mouth-feel* e *after taste* à tablete original, de modo a permitir a substituição da mesma. Começou por se fazer uma análise e seleção de fornecedores para novas matérias primas. Seguidamente realizou-se uma avaliação sensorial usando um painel de provadores tendo, por fim, a nova tablete sido aprovada pela equipa de projeto.

O segundo projeto visou otimizar o tempo de processo de drageamento de um centro com açúcar. Para tal, fez-se um estudo do processo em vigor e um levantamento de oportunidades de melhoria, de modo a avaliar as variáveis chave do processo. Após a identificação dos fatores a avaliar, reconfiguraram-se os parâmetros e as condições de processamento necessárias, equacionando-se um possível aumento total de eficiência percentual de 74%.

No capítulo quatro, são apresentadas as conclusões globais, bem como sugestões para trabalhos futuros.

Abstract

The present dissertation is part of a curricular internship developed in an industrial production company of the food sector, more specifically in the confectionary sector. The internship frames itself within the scopes of the company's research and development department and took place from the 4th of October 2017 to the 24th of January 2018.

This report is divided into four chapters. In the first chapter, a brief introduction is made to the company as well as the research and development department. In the second chapter, there is a theoretical approach to the process and the technologies involved in chocolate manufacturing, giving special focus to the importance of process control and optimization, using continuous improvement methodology. Chapter three concerns the two projects developed during the internship, namely its goals and methodology followed by results and benefits for the company. There are two major projects addressed in greater detail in this report, chosen from a broader specter of activities developed within this timeline.

The first project consisted on the modification of the formulation of a chocolate bar with nuggets. The goal was to keep a resemblance between both products concerning appearance, flavor, mouth-feel and after taste, in order to be able to replace the product in the market with a similar one. The first step was to make a search and an analysis of suppliers for new and similar raw materials. Afterwards, a sensory analysis test was conducted by choosing a test group. Those results were then passed on to the administration and the new formula was approved for market sale.

The second project aimed at optimizing a sugar coating process. A study of the process was conducted and opportunities for improvement were identified in order to maintain the variables of the process within conformity boundaries. After identifying the most problematic issues, the parameters were reconfigured as well as some process conditions. Overall, a raise in percentage efficiency of 74% is to be expected.

In chapter four, overall conclusions are presented and future work is suggested.

Agradecimentos

Gostaria em primeiro lugar de agradecer à empresa, pela oportunidade de desenvolver a minha tese de mestrado e respetivos projetos nas suas instalações e pelas novas competências que esta experiência me permitiu adquirir.

Um agradecimento especial à Doutora Sofia Vieira da Silva, não só pela sua disponibilidade, exigência e confiança, mas por me dar a oportunidade de testemunhar a diferença entre o que é ser apenas um chefe e ser um líder.

Um sincero obrigada à Ana Lúcia, por toda a paciência, amizade e ajuda indispensável, tanto nos projetos como em todas as novas situações com que me deparava todos os dias.

Ao Professor Paulo Costa, por acreditar na versatilidade do médico veterinário e me permitir quebrar paradigmas sem receio de apostar naquilo em que eu acreditava.

A todos os Professores do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, que diariamente me incutiam, rigor, excelência e profissionalismo.

Numa nota mais pessoal, quero agradecer a várias pessoas que acompanharam este meu, *aligeirando o termo*, atribulado percurso de sete anos.

Ao meu namorado Paulo, por tudo aquilo que não cabe num simples parágrafo e por me ter dado o sorriso que uso todos os dias, com muito amor, carinho e cumplicidade, um sincero obrigada. Sem ti, nada seria tão simples nem tão apaixonante.

Aos meus pais por, desde que me lembro, me fazerem querer ser como eles. Por me ensinarem valores que hoje em dia cultivo e me darem mais do que todas as oportunidades para seguir um caminho à minha escolha.

À minha irmã Joana, por ser uma força de vontade contagiante e por ter um gigante coração, sempre pronto a dar.

À minha tia e madrinha Ana Luísa, por acreditar e ter orgulho em mim desde que eu era apenas uma criança de cabelo encaracolado. Por me ajudar para além do possível, por sofrer comigo quando as coisas correm menos bem e por partilhar comigo uma lágrima de emoção nos momentos de felicidade.

Não quero deixar de agradecer a cinco pessoas que tornaram este percurso um muito mais fácil de percorrer. Sempre com amizade, com um ombro disponível na altura de afixação de pautas e com (muita) paciência para ajudar sempre que a matéria envolvia animais de companhia. Foram e serão para mim, muito mais do que parceiras de urgências intermináveis ou de saídas de campo que se esticavam pela noite chuvosa dentro. São as pessoas responsáveis por eu me ter conseguido tornar médica veterinária. Obrigada pela amizade, Ana Nunes da Ponte, Francisca Maia, Francisca Manarte, Luísa Mexia e Luísa Oliveira.

A todos, o meu **muito** obrigada.

Índice

Resumo	iv
Abstract	v
Agradecimentos.....	vi
Índice de figuras	ix
Índice de tabelas	x
Abreviaturas.....	xi
Capítulo 1	1
1.1. Apresentação do local de estágio	1
1.1.1. Departamento de investigação e desenvolvimento	1
1.2. Atividades desenvolvidas durante o estágio	2
Capítulo 2 – Introdução.....	3
2.1. O chocolate.....	3
2.1.1. Origem	3
2.1.2. Processamento	4
2.1.3. Produção de chocolate.....	6
2.1.4. Legislação.....	9
2.1.5. Valor nutricional do chocolate.....	10
2.2. Gestão de produção	12
2.2.1. Ferramentas de gestão e otimização de processos industriais.....	12
2.2.2. A filosofia da melhoria contínua.....	13
2.2.3. Eficiência dos equipamentos – OEE	14
Capítulo 3 – Projetos desenvolvidos	15
3.1. Projeto 1 – Alteração da formulação: tabletes de chocolate com inclusões (pepitas).....	15
3.1.1. Âmbito do projeto	15
3.1.2. Matérias-primas: pesquisa, contacto e seleção de fornecedores.....	15
3.1.3. Ensaio Laboratoriais	16
3.1.4. Primeira fase de aprovação das amostras	17
3.1.5. Análise sensorial	17
3.1.6. Declaração nutricional.....	19
3.2. Projeto 2 - Drageados de açúcar e otimização do processo	19

3.2.1. Âmbito do projeto	19
3.2.2. A operação de dragamento.....	19
3.2.3. Levantamento de dados do fluxo <i>AS IS</i>	20
3.2.4. Levantamento de oportunidades de melhoria	22
3.2.5. Redução da variabilidade da operação de dragamento.....	22
3.2.6. Definição do processo <i>TO BE</i>	26
3.2.7. Resultados.....	27
3.2.8. Sustentando os resultados.....	29
4. Conclusões e trabalho futuro	30
5. Apêndices	31
APÊNDICE I – Ficha de prova da análise sensorial	32
APÊNDICE II – Levantamento de oportunidades de melhoria.....	33
APÊNDICE III – Exemplo de estudo de registo de tempos	34
APÊNDICE IV – Tabela de valores padrão definidos	35
APÊNDICE V – Algoritmo desenvolvido para cálculo de tempo ideal.....	36
APÊNDICE VI – Exemplo do novo registo proposto	37
6. Bibliografia	38
6.1. Fontes de imagens e tabelas.....	40

Índice de figuras

Figura 1 - Região da Mesoamérica, evidenciando as civilizações da época.	3
Figura 2 - Etapas da produção de chocolate – Original, adaptado de “Chocolate Science and Technology”, Afowaka (2012)	5
Figura 3 - Estrutura química dos principais flavonoides do cacau. - Adaptado de “Chocolate Science and Technology”, Afowaka (2008).....	11
Figura 4 - OEE - Overall equipment efficiency. Tipos de perdas possíveis num processo e definição de tempo total, tempo de abertura, tempo disponível, tempo de rendimento e tempo efetivo. Adaptado: Coimbra (2013)	14
Figura 5- Ilustração do interior de uma drageadora convencional, adaptado	20
Figura 6 - Exemplo de centros drageados a açúcar e chocolate	20
Figura 7 - Fluxo de processo de drageamento de centro com solução de açúcar evidenciando: operações de transporte, operações de inspeção de qualidade, local de stock, produto acabado e operações de valor acrescentado.	21
Figura 8 - Análise de overall equipment efficiency - tempo total de funcionamento e tempo de abertura.	23
Figura 9 - Avaliação das perdas de disponibilidade e consequente cálculo de OEE de disponibilidade.	23
Figura 10 - Valores médios obtidos após monitorização do modo de operação do operador mais experiente. Cada par de pontos de dosagem e secagem representa os respetivos tempos médios em cada ciclo de enchimento.....	24
Figura 11 - Avaliação das perdas de rendimento e consequente cálculo de OEE de rendimento.	25
Figura 13 - Benchmark de valores de OEE definidos por padrões de indústria a nível mundial.	29

Índice de tabelas

Tabela 1 - Diferenças entre os vários tipos de cacau, Fonte: “ <i>Theobroma cacao, the foods of the gods</i> ”	4
Tabela 2 - Plano de amostras a elaborar com as devidas percentagens de aroma e de pepitas	16
Tabela 3 – Amostras facultadas aos provadores com o propósito de avaliação sensorial	18
Tabela 4 - Resultados de análise sensorial com base numa avaliação <i>A/Not A</i> , com a participação de 10 provadores e análise de três amostras	18
Tabela 5 - Tempo total de funcionamento de máquina para produção atual e ideal e consequentes cadências médias de produção.	25
Tabela 6 – Comparação <i>AS IS</i> versus <i>TO BE</i>	28

Abreviaturas

°C – grau *Celsius*

ADN – ácido desoxirribonucleico

CE – comunidade europeia

CQ – controlo de qualidade

HDL – *high density lipoprotein*

HOMA – *homeostatic model assessment*

ID – investigação e desenvolvimento

IDI – investigação, desenvolvimento e inovação

ISO – *international organization for standardization*

IFS – *international food standards*

KPI – *key performance indicator*

LDL – *low density lipoprotein*

NP – norma Portuguesa

OEE – *overall equipment efficiency*

PDCA – *plan, do, check, act*

SGQSA – Sistemas de Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar

TA – tempo abertura

TD – tempo disponível

TPM – total production maintenance

TR – tempo de rendimento

TTF – tempo total de funcionamento

WIP – *work in progress*

Capítulo 1

1.1. Apresentação do local de estágio

A empresa onde foi realizado o estágio curricular (4 de Outubro 2017 a 24 de Janeiro 2018) integra-se no setor alimentar, mais especificamente no setor dos chocolates e produtos de confeitaria. Detém uma posição de liderança no mercado nacional como fabricante de chocolates, sendo líder em vários segmentos de mercado e detentora de um conjunto de marcas de reconhecida notoriedade e qualidade.

A empresa tem vindo a desenvolver, e a consolidar, a sua presença no mercado internacional através da comercialização de produtos com a sua marca em mais de 45 países. O processo da internacionalização é parte integrante da sua estratégia de crescimento.

A empresa procura fomentar um ambiente criativo mantendo-se fiel a uma estratégia que visa apostar no desenvolvimento de novos produtos e na melhoria dos processos existentes. Este grande empenho e investimento nas áreas de investigação, marketing e qualidade consolidam a sua posição diferenciada no mercado. Outra grande aposta da empresa é manter a excelência dos seus Sistemas de Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar (SGQSA), evidenciadas pelas várias certificações obtidas – Qualidade (ISO 9001), *International Featured Standard* (IFS), UTZ bem como certificação *Kosher* e *Halal*.

1.1.1. Departamento de investigação e desenvolvimento

A investigação e o desenvolvimento são o pulsar da inovação. São dois pilares da criação de conhecimento, identificando necessidades, aperfeiçoando falhas e entregando ao consumidor aquilo que ele por vezes ainda não sabe que precisa. Permitem a geração de riqueza na sociedade, sendo que será na inovação que se encontrará o meio de transformar esse conhecimento em crescimento económico.

A criação de valor para o cliente é o ponto essencial para uma diferenciação no mercado, podendo este valor ser económico, social, cultural, educacional ou ambiental. A definição da estratégia implica um diagnóstico e uma análise da situação atual do mercado, baseada em estudos de mercado, análise da concorrência e avaliação do comportamento do consumidor.

Na indústria alimentar, nomeadamente na área do chocolate, a balança comercial, embora negativa devido a uma forte presença de produtos de multinacionais, tem vindo a mostrar melhorias, desde 2008, quer em volume quer em valor. Embora Portugal ainda apresente um posicionamento frágil no mercado internacional, os índices de vantagem comparativa

demonstram um elevado potencial de crescimento nos mercados externos ainda menos maduros (*Portugal Foods*, 2017).

Existem evidências de uma forte dinâmica por parte das empresas portuguesas para tentar contradizer estas tendências. Este dinamismo passa pela definição de estratégias de desenvolvimento de novos produtos, o que por sua vez exige uma sinergia entre vários departamentos de uma empresa, nomeadamente entre a equipa de inovação e desenvolvimento, a equipa de *marketing*, vendas, comercial, produção e a administração.

Um departamento de inovação e desenvolvimento (ID) surge com o propósito de antecipar tendências e responder a necessidades dos consumidores. São realizados ensaios numa escala laboratorial, tendo como objetivo a definição de formulação de produto. Seguidamente, a análise sensorial é determinante para a aprovação ou reformulação do produto, sendo importante que se desenvolva uma proposta de valor distinta e atrativa para o cliente. A partir desta fase, a produção passa para uma fase industrial, validando a sua capacidade de produção industrial e confirmando a possibilidade de *scale-up*.

1.2. Atividades desenvolvidas durante o estágio

No âmbito do estágio curricular, foi proposto o acompanhamento de dois projetos que constavam na agenda de planeamento do departamento de investigação e desenvolvimento e qualidade.

O primeiro projeto consistiu na alteração da formulação de uma tablete de chocolate com inclusões para uma que se assemelhasse em termos visuais, sabor, textura, *mouth-feel* e *after taste* (à primeira), de modo a que a pudesse substituir no mercado dada a descontinuidade de fabrico de inclusões pelo fabricante.

O segundo projeto visou otimizar o tempo de processo de drageamento de um centro com açúcar. Considerava-se que havia dados suficientes para a sua otimização dado terem sido feitos alguns ensaios primários.

Para além destes projetos, foram realizadas outras tarefas, tanto na área da investigação e desenvolvimento, como no controlo de qualidade tais como:

- Pesquisa e contacto com fornecedores de várias matérias-primas;
- Acompanhamento e auxílio no âmbito de vários projetos desenvolvidos pelo departamento de ID e qualidade (tabletes, drageados, etc.);
- Acompanhamento de ensaios industriais;
- Apoio na tradução de documentação exigida por clientes;
- Reformulação e moldação de massas;

Capítulo 2 – Introdução

2.1. O chocolate

2.1.1. Origem

Numa época remota, há cerca de 4000 anos, os Astecas ocupavam a zona da Mesoamérica, termo que denomina a região do continente americano que inclui o sul do México, Guatemala, El Salvador, Honduras e Costa Rica (figura 1). Este povo acreditava que os grãos de cacau eram uma dádiva do seu Deus da sabedoria, *Quetzalcoatl*, sendo estes vistos como algo de tal modo valioso que eram somente consumidos mediante a adição de especiarias em cerimónias e banquetes, podendo ser usados como forma de câmbio (Watson, 2013).



Figura 1 - Região da Mesoamérica, evidenciando as civilizações da época.

Foi a partir dos grãos do cacaueiro, *Theobroma cacao*, uma árvore de folha perene, que surgiu uma bebida quente e apimentada denominada pela comunidade asteca como “*tchocoatl*”, possivelmente derivado de *xocolli* (líquido amargo) e *atl* (quente). Esta bebida era confeccionada após a torra e a moagem dos grãos que eram, seguidamente, misturados em água quente com especiarias e milho. No século XVI, Cristóvão Colombo trouxe os grãos de cacau para a Europa. No entanto, foi só Hernán Cortés que apresentou uma versão mais doce desta bebida ao adicionar-lhe mel, potenciando deste modo a sua comercialização na Europa (Watson, 2013).

Até ao século XVIII, o chocolate foi sempre vendido com o propósito de ser consumido como uma bebida quente, vendida na forma de blocos prensados que podiam ser dissolvidos (Minifie, 1989). Este paradigma alterou-se em 1828, quando o Holandês van Houten inventou uma prensa que permitiu a separação da gordura (manteiga de cacau) dos sólidos de cacau, o que facilitou a dissolução em água. Este novo desenvolvimento levou a que fosse possível formular a primeira tablete de chocolate ao adicionar a manteiga de cacau como licor de cacau e acrescentando açúcar (Dhoedt, 2008). Em 1876 Daniel Peters adiciona o leite em pó a esta formulação, ideia originalmente de Henri Nestlé e, quatro anos depois, Rudolph Lindt inventa a concha mecânica. Deste modo o chocolate adquiriu a textura cremosa que tão comumente lhe é associada hoje em dia.

Com o crescimento a nível de produção, indústria, distribuição e *marketing*, o chocolate tornou-se um bem mais acessível, sendo que nos dias de hoje, em média, o consumo de chocolate ronda os 8,0 kg/pessoa por ano na maior parte dos países Europeus (Afoakwa, 2006).

2.1.2. Processamento

Existem quatro tipos de cacau, o *forastero*, o *criollo*, o *nacional* e o *trinitario*, apresentados na tabela 1. O *forastero* é o mais utilizado na produção de chocolate, representando 80% do cultivo total de cacau a nível mundial. O *criollo* apenas representa 5 % deste total devido à sua instabilidade no ambiente e é, por essa razão, conhecido como o “príncipe do cacau”. O *nacional* é raro e distingue-se por ter um sabor “fino” e o *trinitario* é um híbrido resultante da polinização cruzada entre o *forastero* e o *criollo*.





	Forastero <i>O versátil</i>	Criollo <i>O príncipe</i>	Nacional <i>O raro</i>	Trinitario <i>O híbrido</i>
Aspeto				
Localização	África, Equador e Brasil	América do Sul e Central, Caraíbas e Sri Lanka	Equador e Perú	México, Colômbia, Venezuela
Características	Duro, resistente a doenças, maior rendimento	Grão muito suscetível a doença	Genótipos puros são raros de encontrar	Duro, alto rendimento e sabor refinado
Sabor	Confere ao chocolate o seu sabor encorpado	Confere um sabor frutado e de frutos secos ao chocolate	Aroma floral	Sabor frutado e um pouco picante

Tabela 1 - Diferenças entre os vários tipos de cacau, Fonte: “*Theobroma cacao, the foods of the gods*”

A fava do cacau consiste numa casca rija (10-14% de matéria seca) que rodeia dois cotilédones e uma semente (86-90% matéria seca). Os grãos de cacau são bastante nutritivos, sendo constituídos maioritariamente por lípidos (50%) e hidratos de carbono (25%). Adicionalmente, contêm proteína, teobromina, minerais como cálcio, ferro, potássio, magnésio, sódio e fósforo e vitaminas, nomeadamente A, B₁, B₂, B₃ e B₆.

2.1.2.1. Fluxograma do processo

A fava de cacau não costuma ser a matéria prima de eleição de compra por parte das empresas produtoras de chocolate. A importação do cacau acontece maioritariamente na forma de blocos de pasta de cacau, o que significa que as fases iniciais do processo ocorrem antes da chegada à fábrica.

De modo a entender em maior detalhe o processo e as influências que este tem no produto final, apresenta-se na figura 2 o fluxograma da totalidade do processo, desde a colheita até à expedição do produto.

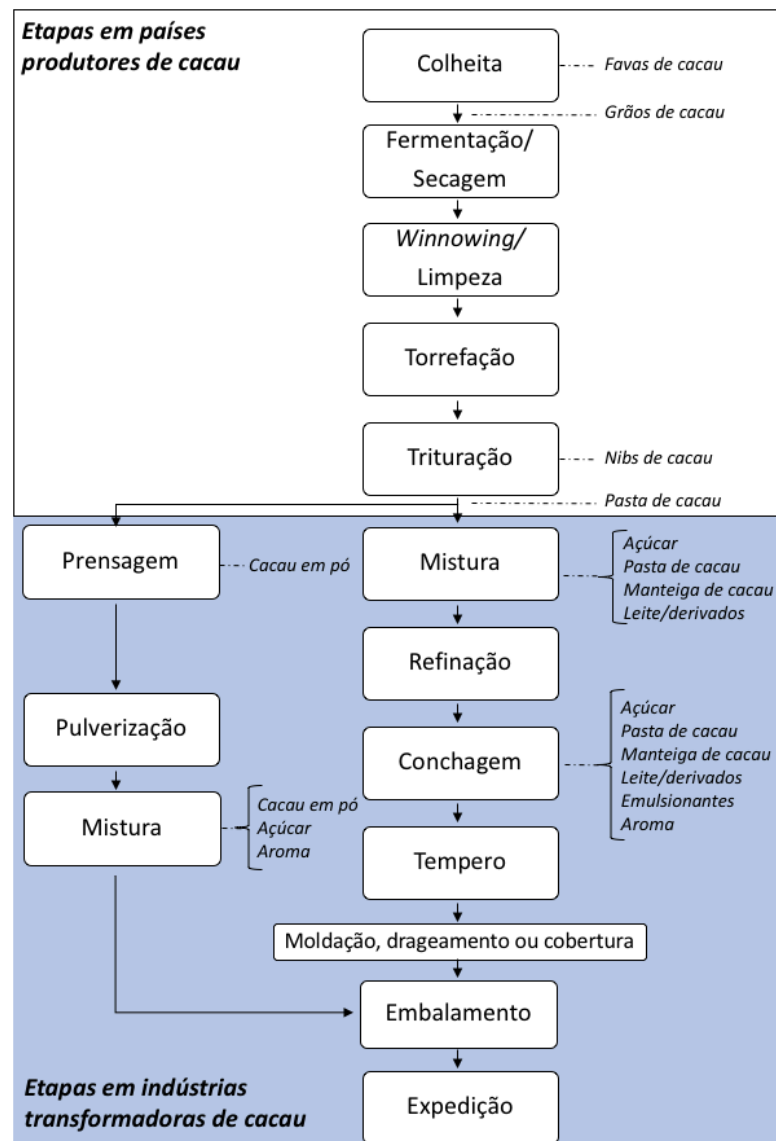


Figura 2 - Etapas da produção de chocolate – Original, adaptado de “Chocolate Science and Technology”, Afowaka (2012)

De forma a que o produto final se enquadre nos padrões de qualidade dos consumidores, o processo da produção do chocolate tem, em cada uma das suas etapas desde a colheita até à expedição, pontos de controlo relevantes para essa mesma qualidade.

A primeira fase, a **colheita**, é realizada de seis em seis meses, fase na qual as favas são colhidas da árvore e lhe são extraídos os grãos (entre 30 a 40 grãos por fava). Há dois importantes fatores a ter em consideração: analisar o potencial de contaminação por pestes, avaliando fatores de risco do binómio tempo e ambiente envolvente, e ter em atenção a possibilidade da germinação dos grãos se se exceder o tempo de maturação dos mesmos.

De modo a que se formem os necessários constituintes orgânicos, que serão os percussores do sabor, é necessário que os grãos passem por uma fase de **fermentação**. Nesta

fase os grãos sofrem alterações tanto a nível enzimático como microbiológico. São primeiro transportados para caixas ou cestos e assim permanecem entre 5 a 6 dias (no caso do grão do género *Forastero*). No primeiro dia, ocorre uma subida na temperatura devido à liquefação da polpa. Sob condições anaeróbicas, iniciar-se-á a produção de ácido acético e de etanol por parte de microrganismos, o que por sua vez irá resultar na inibição da germinação. Estas alterações levam a uma remodelação nas estruturas celulares membranares, o que por sua vez, facilitará a movimentação de enzimas e substratos. Esta movimentação é imprescindível, considerando a correlação entre vários mecanismos enzimáticos e os precursores de sabor. A manifestação da cor castanha, comumente associada ao chocolate, advém da reação entre algumas proteínas e péptidos com polifenóis.

Na fase de **secagem**, que dura entre 7 a 8 dias, continua a decorrer o desenvolvimento de sabor e a alteração da cor dos grãos. O que se pretende desta fase é que o teor de humidade dos grãos passe a rondar os 7%, sendo que, se se ultrapassar este valor, o risco de aparecimento de bolores aumenta. Há indicadores que confirmam a adequabilidade desta fase, nomeadamente a cor do grão (que deve ser castanha) e as características organoléticas, como a baixa amargura e ausência de sabores ácidos e com trau a fumo.

O **winning** é muitas vezes, erradamente, desprezado. Conjuntamente com as etapas de **secagem** e **torrefação**, tem como propósito a obtenção de *nibs* de chocolate limpos, sem casca e uniformes em tamanho. Os grãos passam por vários crivos e ímanes de modo a serem removidos os corpos estranhos e as impurezas. Seguidamente, entram numa câmara de ar de forma a que, com alguma pressão, se consigam retirar as cascas ainda agarradas aos grãos. A torrefação pode ser feita antes ou depois do *winning* e envolve uma exposição dos *nibs* de cacau a temperaturas entre 110 a 140 °C, durante cerca de uma hora.

Com a **trituração** obtém-se a pasta de cacau (licor de cacau) que é, geralmente, a matéria prima exportada por parte dos países produtores de cacau. O licor de cacau pode ser utilizado de uma forma direta na produção de massa de chocolate ou pode ser separado por prensagem hidráulica em manteiga de cacau e cacau em pó, que são, de forma aproximada, proporcionalmente iguais no *nib* de cacau.

2.1.3. Produção de chocolate

Dos cinco sentidos, quatro são usados para uma boa apreciação do chocolate, sendo estes a ditar a escolha e a aceitação por parte dos consumidores.

A percepção de sabor do chocolate resulta de uma combinação complexa de sensações trigeminais, sendo um fenómeno multimodal que inclui a percepção de aroma nos recetores olfatórios e percepção de sabor nas papilas gustativas (Pfeiffer *et al.*, 2005). Os atributos sensoriais do chocolate são determinados por variáveis que são influenciadas tanto pelo

processo de produção como pelas características genéticas do grão (Voltz *et al.*,1997). O denominado *mouth-feel*, tal como outras propriedades relacionadas com a textura, são influenciados pelas propriedades da manteiga de cacau. A título de exemplo, quando esta possui uma viscosidade baixa após a trituração, proporcionará um cacau em pó mais suave. Como já foi discutido, os precursores de sabor desenvolvem-se durante o processo da fermentação e as reações que permitem ter ao chocolate a sua cor característica ocorrem na secagem.

De seguida, a pasta de cacau é remetida para as indústrias alimentares onde se irá continuar com o processo com as fases de **mistura, refinação, conchagem, tempero e moldação** até à expedição do produto final.

A produção de chocolate em pó é um uso alternativo e habitualmente paralelo, para a pasta de cacau.

2.1.3.1. Chocolate em pó

Na indústria, conjuntamente com a produção de chocolate em tablete, pode ser fabricado chocolate em pó. Como já foi referido, a pasta de cacau, quando submetida a um processo de prensagem hidráulica, permite a separação dos sólidos e da manteiga de cacau. A percentagem de manteiga é desde modo reduzida para os 12-25%, resultando num bolo comprimido de sólidos de cacau. Após pulverização, obtém-se o que é comumente denominado de cacau magro em pó, ao que se pode adicionar e misturar açúcar, aromas e derivados de leite, para a produção de chocolate em pó pronto para expedição (Minifie, 1989).

2.1.3.2. Mistura

Relativamente à produção de chocolate, começa-se com a etapa em que se mistura e homogeneízam os ingredientes de acordo com a formulação definida. A junção das várias matérias primas é uma operação que segue um binómio de tempo e temperatura definido pela categoria do produto. A mistura é feita com determinadas quantidades de pasta de cacau, açúcar, manteiga de cacau, leite ou sólidos de leite e aromas, como por exemplo baunilha (Cook, 1982). Estes ingredientes podem ser misturados num sistema contínuo ou em *batch* normalmente durante 12 a 15 minutos e a uma temperatura entre os 40-50 °C (Minifie, 1989).

2.1.3.3. Refinação

A mistura obtida na etapa anterior é sujeita a uma passagem entre um conjunto de dois a cinco rolos de refinação, idealmente obtendo partículas com tamanhos uniformes e inferiores a 30 µm. A textura do chocolate de leite tem sido alvo de aperfeiçoamento com a ponderação de

uma distribuição bimodal de partículas, ao lhe serem associadas uma porção de partículas de cacau com um tamanho de 65 μm (Awua, 2002).

Para além de diminuir o tamanho médio das partículas, evitando uma textura areada, esta etapa tem também a importante função de distribuir a gordura pela superfície das partículas recentemente formadas. As partículas do açúcar, que são também refinadas nesta fase, passam a apresentar uma nova superfície muito reativa e, conseqüentemente, muito suscetível a reagir quimicamente e a absorver os aromas libertados pelos grãos de cacau (Beckett, 2009).

2.1.3.4. Conchagem

A conchagem é considerada a última das fases do fabrico da massa de chocolate e pretende baixar a humidade e a viscosidade, melhorando tanto o sabor como a textura final (Afowaka, 2012). Consiste num processo de agitação contínuo durante algumas horas a temperaturas de cerca de 50 °C. Quanto mais longo o tempo de conchagem, maior será a formação do sabor desejável do chocolate. No método tradicional, esta etapa poderá demorar entre oito a 96 horas, dependendo do tipo de produto desejado (Martins, 2007).

Com o decorrer desta fase, há uma diminuição da humidade, devido à formação de correntes de ar nas conchas, que resulta na remoção de compostos voláteis da fermentação como por exemplo o ácido acético. Baixar a humidade é importante, pois assim aumenta-se a viscosidade do chocolate. Há também uma distribuição uniforme de gordura por todas as partículas sólidas.

A viscosidade é uma propriedade dos fluidos associada à sua resistência à deformação, sendo o chocolate detentor de uma viscosidade maior do que a água, pois as partículas sólidas que o constituem não permitem um movimento fluido a nível microscópico aquando na sua fase líquida. Antes de submeter o chocolate à fase do tempero, nas fases finais da conchagem, adiciona-se a lecitina. A adição deste agente emulsionante resultará na redução da viscosidade do chocolate ao limitar a fricção entre moléculas e aumentar a mobilidade das partículas.

2.1.3.5. Tempero

O tempero é uma etapa necessária dado o polimorfismo da manteiga de cacau. A manteiga de cacau possui a capacidade de se cristalizar em seis distintas configurações, γ , α , β'_2 , β'_1 , β_2 e β_1 , enumeradas por ordem de estabilidade crescente.

O tempero é uma técnica de cristalização controlada feita através de tratamento térmico e mecânico provocando uma descida de temperatura controlada e gradual para que não haja cristais a cristalizarem de formas que não as pretendidas. É possível formar qualquer um dos tipos de cristais durante a fase do tempero. A forma β_2 (estável entre os 29,5 e os 33,5 °C) é a

mais desejável, permitindo que o chocolate fique com uma aparência brilhante e polida, tenha um *snap* adequado e detenha uma maior estabilidade como produto, aumentando o seu *shelf life*. Um mau tempero, curto ou demorado, pode provocar dureza no produto, um aumento de viscosidade, pouco brilho e pode induzir a migração de gordura para a superfície do chocolate, um fenómeno conhecido por *fat bloom*.

2.1.3.6. Moldação, drageamento, cobertura

A massa de chocolate, após ser temperada, pode ter um de três destinos: pode ser usada na produção de tabletes, na produção de drageados ou utilizada como cobertura.

Na moldação das tabletes, o chocolate é depositado nos moldes e arrefecido a uma temperatura de cerca de 15 °C. Nesta temperatura, a manteiga temperada começa a solidificar, provocando uma contração volumétrica do chocolate e facilitando assim a sua *desmoldação*, que será o último passo antes da embalagem, rotulagem e expedição.

2.1.4. Legislação

Os produtos de chocolate têm um grande leque de formulações e variadas denominações de venda. O seu conteúdo pode variar em sólidos de cacau, manteiga de cacau, leite ou derivados. Até a data da conclusão deste relatório escrito, está em vigor o regulamento 1169/2011 relativo à prestação de informações aos consumidores. Estão também em vigor a diretiva 2000/36/CE e o Decreto-Lei nº 229/2003, ambas no âmbito do cacau e chocolate, de onde se podem retirar as seguintes denominações:

Chocolate - designa o produto obtido a partir de produtos do cacau e de açúcares que, contém, no mínimo, 35 % de matéria seca total de cacau, dos quais pelo menos 18 % de manteiga de cacau e no mínimo 14 % de matéria seca de cacau isenta de gordura;

Chocolate de leite - designa o produto obtido a partir de produtos do cacau, de açúcares e de leite ou produtos do leite que contém: i) No mínimo 25 % de matéria seca total de cacau; ii) No mínimo 14% de matéria seca de leite proveniente da evaporação parcial ou total de leite inteiro, de leite parcial ou totalmente desnatado, de nata, de nata parcial ou totalmente desidratada, de manteiga ou de matéria gorda láctea; iii) No mínimo 2,5 % de matéria seca de cacau isenta de gordura; iv) No mínimo 3,5 % de matéria gorda láctea; v) No mínimo 25 % de matéria gorda total (manteiga de cacau e matéria gorda láctea);

Chocolate branco - designa o produto obtido a partir de manteiga de cacau, de leite ou produtos do leite e de açúcares, que contém, no mínimo, 20 % de manteiga de cacau e pelo menos 14 % de matéria seca de leite proveniente da evaporação parcial ou total de leite inteiro, de leite parcial

ou totalmente desnatado, de nata, de nata parcial ou totalmente desidratada, de manteiga ou de matéria gorda láctea, dos quais no mínimo 3,5 % de matéria gorda láctea.

2.1.5. Valor nutricional do chocolate

Pensar que um produto como o chocolate, consumido pelo mais puro dos prazeres, pode trazer benefícios tangíveis para a saúde, parece uma ideia utópica. Será possível que estudos o coloquem nessa lista, conjuntamente com o azeite, o vinho tinto e o chá verde?

O cacau é usado na produção de chocolate na forma de pasta de cacau (contendo em média 55% de manteiga de cacau), manteiga de cacau ou na forma de chocolate em pó. Para além do fornecimento energético e metabólico facultado pelos hidratos de carbono, gordura e proteínas, o chocolate contém também minerais como o potássio, magnésio, cobre e o ferro. Adicionalmente, os lípidos que constituem o chocolate têm ácidos gordos e triglicerídeos que aparentam ter um efeito neutro nos níveis séricos de colesterol (Holland *et al.*, 1991).

Foi há mais de vinte anos que surgiu a primeira publicação referente a uma possível relação entre o consumo de cacau e o seu impacto na saúde humana. Desde então, o potencial do chocolate tem vindo a ser estudado pelo seu efeito antioxidante, pelo possível efeito protetor no declínio cognitivo, as suas propriedades anticancerígenas, pela possível redução em inflamação e pressão sanguínea e a sua correlação com a diminuição de risco de doenças cardiovasculares.

Uma grande parte dos estudos foca-se nas alterações de concentração de óxido nítrico (NO), cujo efeito na função endotelial é tido como um bom bio marcador para estimar o risco de doença coronária (Dusting, 1996). O óxido nítrico tem uma grande variedade de impactos biológicos que permitem manter uma boa homeostasia vascular, nomeadamente por regular a dilatação do vaso e o crescimento celular *in loco* e protegerem o endotélio de danos por parte de células e plaquetas.

2.1.5.1. O chocolate como antioxidante

O cacau e os seus produtos são ricos em flavonóis (representados na figura 3), uma subclasse de flavonoides, que são por sua vez, uma subclasse de polifenóis. Os flavonoides atuam como antioxidantes devido à sua capacidade de captar e reduzir a formação de radicais livres e também pela capacidade de estabilizar as membranas e diminuir a sua fluidez. O *intake* regular destes constituintes aumenta a quantidade de antioxidantes no plasma, que será crucial na defesa contra espécies reativas de oxigénio.

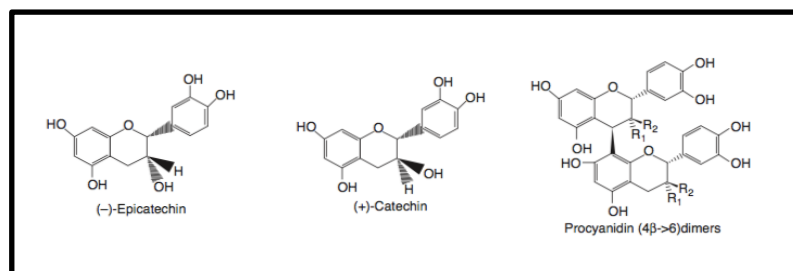


Figura 3 - Estrutura química dos principais flavonoides do cacau. - Adaptado de “Chocolate Science and Technology”, Afowaka (2008).

2.1.5.2. Efeitos na função endotelial, pressão sanguínea e sistema cardiovascular

O foco nos flavonoides como compostos ativos deve-se à associação que o consumo, tanto de chocolate como de cacau, tem demonstrado relativamente ao atraso na oxidação do colesterol LDL. O cacau e o chocolate preto, ao reduzirem a suscetibilidade da oxidação de LDL, aumentam a capacidade antioxidante sérica e as concentrações de colesterol HDL. Este consumo incita uma melhoria na função endotelial, causa uma redução na pressão sanguínea e beneficia a função plaquetária.

Em 2006 foram publicados os resultados de um estudo epidemiológico holandês com duração de 15 anos, que contou com 470 indivíduos cujo consumo de cacau e historial médico era controlado. O grupo com o consumo mais elevado de cacau foi o que mostrou uma menor incidência de doença cardiovascular.

Relativamente à descida da concentração sérica de LDL, há vários estudos, citados nomeadamente por Dusting, que suportam uma correlação negativa com a incidência de patologias como a arteriosclerose. Outro estudo, com uma duração de três semanas, realizado por Murso e colaboradores em 2004, mostrou que, em média, o aumento nos níveis de HDL séricos era de 11% após o consumo de 75 g de chocolate preto e de 14% após consumo de chocolate preto enriquecido com polifenóis.

2.1.5.3. Efeitos na sensibilidade à insulina e propriedades carcinogénicas

Em 2005, Grassi estudou os efeitos do consumo de chocolate preto *versus* chocolate branco no HOMA, o modelo de avaliação de homeostasia utilizado para quantificar a resistência à insulina e a função das células beta do pâncreas. Concluiu que com o chocolate preto, para além de melhorias na pressão sanguínea, se notou uma melhoria no metabolismo da glucose e uma diminuição de resistência à insulina. No chocolate branco, que consiste maioritariamente em açúcar e manteiga de cacau, não houve alterações.

Usando várias linhagens de células cancerígenas, em 1997 Romanczyk apontou para a possibilidade das procianidinas no cacau demonstrarem capacidade anticancerígena ao inibirem o mecanismo da quebra da cadeia dupla do ADN.

2.1.5.4. O chocolate e as suas propriedades afrodisíacas

Já os povos Maias e os Astecas pensavam no cacau como um afrodisíaco que revigorava e desinibia. O estímulo recebido pelo hipotálamo após o consumo de chocolate induz sensações de prazer e altera os níveis de serotonina no cérebro. A serotonina é um neurotransmissor que entre várias funções, se considera ter uma importante influência no sistema nervoso central como um neurotransmissor inibidor da ira e da agressão, afetando também o humor, o sono e o apetite.

A presença de N-aciletanolamina insaturada no chocolate pode também levar a uma ativação dos recetores canabinoides ou aumentar os níveis séricos de endocannabinoides, levando a um aumento de sensibilidade e euforia (Tomaso *et al.*, 1996).

2.1.5.5. O chocolate e os animais de companhia

Os cães são o alvo mais frequente da intoxicação por chocolate, comparativamente aos gatos, devido aos seus hábitos alimentares indiscriminados.

Os componentes tóxicos para os animais presentes no chocolate são as metilxantinas, mais especificamente a teobromina e a cafeína, estando a primeira presente numa maior concentração. O ser humano consegue metabolizar e excretar as metilxantinas facilmente, apresentando estas um tempo de semivida de duas a três horas. No cão, a metabolização é lenta, passando pelo fígado e fazendo uma recirculação extra-hepática antes de excreção na urina, apresentando um tempo de semivida de cerca de 18 horas.

A teobromina afeta o sistema nervoso central, o sistema cardiovascular, o sistema respiratório e tem um efeito diurético. Atua ao inibir competitivamente os recetores de adenosina, causando no cão sintomatologia como vômitos, polidipsia, taquicardia e convulsões, seis a doze horas após o consumo. A dose letal de teobromina num cão é de 100-500 mg/kg; no entanto, os chocolates não contêm todos a mesma quantidade de teobromina, estando esta presente numa maior concentração no chocolate em pó (20 mg/g) ou no chocolate preto, (15 mg/g), concluindo-se então que, para um cão de 10 kg, menos de 100 g de chocolate preto pode ser fatal (Gwaltney-Brant, 2001).

2.2. Gestão de produção

2.2.1. Ferramentas de gestão e otimização de processos industriais

A indústria alimentar é um setor com vastos desafios, sendo que uma empresa neste setor se distingue pela percutibilidade dos seus produtos, a pouca variabilidade da qualidade das matérias-primas base, a diversidade das suas receitas e a otimização das suas técnicas de processamento. Considerando higiene, segurança, controlo de processos, qualidade e conformidade, este é um setor que requer um controlo e monitorização constante de modo a que

o produto final se enquadre dentro dos vários parâmetros de qualidade. “Qualidade” é um termo que se relaciona com a percepção individual de cada consumidor, no entanto, representa também a adequabilidade de um dado produto relativamente às expectativas do mercado. Esta monitorização pode implicar levantamentos de oportunidades de melhoria nos processos existentes, levando a que sejam necessárias alterações e quebras de paradigmas. Com isto, pretende-se alcançar a estabilização de processos de produção, definindo especificações que garantam uma redução de variabilidade nos produtos e otimização dos processos.

2.2.2. A filosofia da melhoria contínua

Existem atualmente várias metodologias de melhoria contínua utilizadas de modo a que uma instituição aperfeiçoe a qualidade apresentada. Geralmente, em todas elas há uma fase inicial de diagnóstico, seguida por uma de resolução (Juran, 1998).

A filosofia da melhoria contínua baseia-se numa série de conceitos chave que devem ser compreendidos, interiorizados e cumpridos por todos os colaboradores. Deve ser vista nos problemas a oportunidade de melhoria, sendo que cada um deve ser encarado como um desafio e um potencial ganho;

- Acreditar que se pode melhorar todos os dias, dedicando tempo a pensar em novas alternativas e possibilidades, de modo a que se possam implementar essas mudanças;
- Questionar todos os métodos e processos existentes sem deixar que haja influência por parte de paradigmas.
- Trabalhar com o objetivo de eliminar e/ou reduzir desperdícios, sendo que estes se podem apresentar em forma de:
 - Produção em excesso – quando as quantidades produzidas são mais do que as necessárias;
 - Material parado, em *stock* – material “à espera” da próxima fase de operação;
 - Material a ser transportado – transporte de material entre operações;
 - Pessoas paradas – tempo de espera de matérias, equipamentos, máquinas;
 - Sobre processamento – quando estão a ser feitas tarefas em maior número do que o necessário;
 - Pessoas em movimento – deslocação entre locais;
 - Erros e defeitos – produção de um produto não conforme.

É importante notar que todas estas mudanças e adaptações devem ser feitas para e com as pessoas da organização, indo ao “chão de fábrica” e questionando os processos de modo a identificar oportunidades.

2.2.3. Eficiência dos equipamentos – OEE

O OEE – *overall equipment efficiency*, é um *key performance indicator* (KPI) que é afetado negativamente pelas ocorrências que não acrescentam valor, ou seja, pelas perdas num processo. É uma ferramenta que permite avaliar quão efetivamente um equipamento está a trabalhar. Consideram-se três tipos de perdas, apresentadas na figura 4: perdas de disponibilidade, perdas de rendimento e perdas de qualidade.

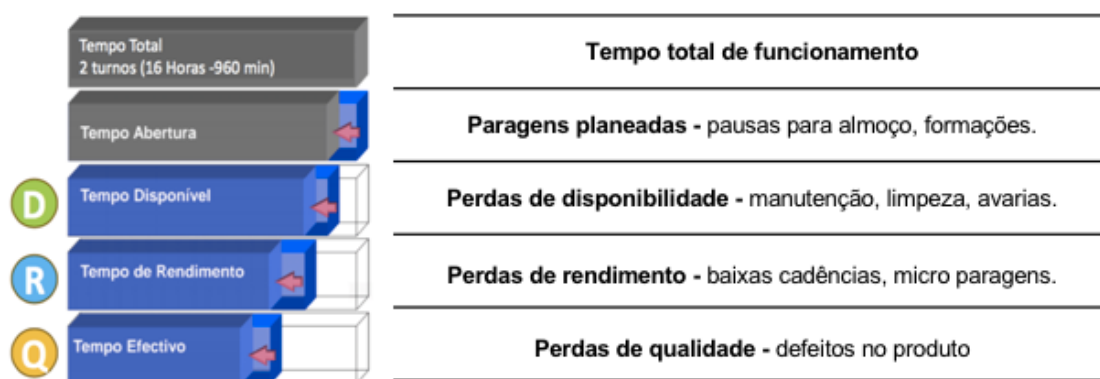


Figura 4 - OEE - Overall equipment efficiency. Tipos de perdas possíveis num processo e definição de tempo total, tempo de abertura, tempo disponível, tempo de rendimento e tempo efetivo. Adaptado de Coimbra (2013).

Primeiro há que definir o tempo total de funcionamento, que é o tempo em que está planeado o equipamento estar a funcionar durante um dia de trabalho.

Por sua vez, o tempo de abertura é o tempo que efetivamente a máquina tem para trabalhar. A esse retiram-se as perdas de disponibilidade, que são consideradas as mais críticas.

O **OEE de disponibilidade** irá ser calculado dividindo o tempo efetivamente disponível pelo tempo de abertura.

$$OEE \text{ disponibilidade} = \text{Tempo Disponível} \div \text{Tempo de Abertura}$$

O **OEE de rendimento** é calculado pela divisão entre o tempo real do processo e o tempo que idealmente este deveria demorar.

$$OEE \text{ rendimento} = \text{Tempo ideal processo} \div \text{Tempo real}$$

Nesta dissertação, considerou-se o **OEE de qualidade** como sendo 100 %, não tendo sido feita uma avaliação das perdas de qualidade no produto final.

$$OEE = OEE \text{ Disponibilidade} \times OEE \text{ Rendimento} \times OEE \text{ Qualidade}$$

Este indicador identifica o tempo de processo que está efetivamente a ser produtivo. Um resultado de 100 % OEE significaria que apenas **estão a ser produzidos produtos sem defeitos, o mais rapidamente possível e sem qualquer tipo de paragens.**

Capítulo 3 – Projetos desenvolvidos

Nesta secção é descrita a metodologia utilizada nos dois projetos que foram desenvolvidos ao longo do estágio curricular no departamento de investigação, desenvolvimento e qualidade.

3.1. Projeto 1 – Alteração da formulação: tabletes de chocolate com inclusões (pepitas)

3.1.1. Âmbito do projeto

A necessidade da formulação deste novo produto surge após a descontinuação de uma matéria-prima com o sabor A + B por parte do fornecedor, passando a solução deste constrangimento pela adição do sabor B na forma de aroma ao chocolate, mantendo as pepitas com o sabor A, que poderiam continuar a ser fornecidas. Esta nova combinação teria de ser idêntica à anteriormente comercializada, assemelhando-se em aspeto, textura, sabor, *mouth-feel*, *after taste* e intensidade de sabor e aroma.

3.1.2. Matérias-primas: pesquisa, contacto e seleção de fornecedores

Sendo o objetivo a alteração das pepitas e a adição de aroma ao chocolate, fez-se uma verificação de amostras disponíveis no banco de amostras do departamento de ID, uma pesquisa de possíveis novos fornecedores, e entrou-se em contacto com os fornecedores habituais da empresa de modo a que pudessem ser enviadas pepitas com sabor A e aroma com o sabor B para a fase de preparação de amostras.

Para além de ser necessário que um produto cumpra os requisitos de tipo de matéria-prima, é necessário solicitar diversas informações ao fornecedor, nomeadamente (i) a **ficha técnica do produto**, onde, para além de ingredientes do produto, contam as especificidades físico-químicas, microbiológicas, os alergénios, condições de conservação, validade do produto, entre outros; (ii) as **certificações** detidas pela empresa, como por exemplo ISO 9001, IFS, *kosher* e *halal*; (iii) **preços**, (iv) **quantidade mínima de compra** e (vi) meio e especificações de **transporte**.

3.1.3. Ensaio Laboratoriais

3.1.3.1. Elaboração de amostras

Considerando que a tablete em questão seria uma substituição de uma pertencente a uma gama já existente, não ocorreu alteração da massa de chocolate, mantendo esta a mesma formulação.

Após a análise de matérias primas e fornecedores, foram selecionadas duas pepitas com o sabor A para testes e utilizou-se um aroma B em *stock* na empresa e utilizado noutros produtos. De modo a manter o mesmo aspeto e *mouth feel* definiu-se que a concentração de pepitas na massa de chocolate se devia assemelhar ao produto original, sendo então que apenas deveria variar a concentração do aroma até se chegar ao produto final desejado. Foi delineado um plano de amostras a fabricar para esta primeira fase de desenvolvimento, apresentado na tabela 2.

Pepita sabor A	Percentagem pepita	Aroma	Percentagem aroma
Fornecedor 1	12	B	0,07
Fornecedor 1	12	B	0,10
Fornecedor 1	12	B	0,12
Fornecedor 2	12	B	0,07
Fornecedor 2	12	B	0,10
Fornecedor 2	12	B	0,12

Tabela 2 - Plano de amostras a elaborar com as devidas percentagens de aroma e de pepitas

Numa primeira fase, a concentração de aroma B foi determinada a partir do intervalo de valor recomendado pelo fornecedor na ficha técnica, pretendendo-se deste modo elaborar amostras com uma percentagem de aroma com intensidade média, baixa e alta.

Em testes de análise sensorial, as novas tabletes podem assim ser comparadas com o produto da gama pré-existente, tentando identificar qual o produto mais idêntico. Foram elaboradas 6 tabletes para esta análise.

3.1.3.1.1. Pesagem, tempero, moldação, *desmoldação* e armazenamento

As quantidades de aroma, pepitas e massa de chocolate foram pesadas numa balança calibrada e com precisão adequada aos valores previamente definidos. Seguidamente, fez-se a mistura do aroma e das pepitas com a massa de chocolate, sendo esta imediatamente temperada manualmente. Foram utilizados moldes iguais aos da gama já existente. A massa foi depositada e pesada numa balança analítica, própria para o efeito. Estes moldes foram depois colocados num túnel de arrefecimento durante 30 minutos a uma temperatura aproximada de 15

°C. A *desmoldação* das tabletes foi feita pela inversão do molde para um tabuleiro e as tabletes foram embrulhadas em folha de alumínio, identificadas e armazenadas. De modo a não influenciar os provadores e obter resultados tendenciosos, a identificação das tabletes foi feita em modo de código, o qual foi registado separadamente.

3.1.4. Primeira fase de aprovação das amostras

Esta primeira fase de aprovação qualitativa foi da responsabilidade dos membros do departamento de ID e foram consideradas, em todas as 6 amostras apresentadas, várias características essenciais do chocolate, nomeadamente:

- O reconhecimento do sabor da pepita e do aroma utilizados;
- A proximidade de intensidade de sabor *versus* a tablete da gama pré-existente;
- A proximidade de textura e *mouth feel versus* a tablete da gama pré-existente;
- A apreciação global do chocolate.

Após ter sido feita uma caracterização de cada amostra, tendo em consideração os vários parâmetros, foram selecionadas as amostras mais idênticas à gama pré-existente. O próximo passo consistiu em apresentar as amostras selecionadas a outros departamentos da empresa, preparando um teste de análise sensorial.

3.1.5. Análise sensorial

Os testes foram realizados após a primeira fase de aprovação de amostras (referido na secção 3.1.4.) ter resultado em duas possibilidades de produtos substitutos. Foi selecionado um painel de 10 provadores não treinados, com hábito de consumo de chocolate. Os provadores não necessitavam de ser apreciadores de chocolate negro, leite ou branco, pois o objetivo desta análise seria apenas aferir qual o produto mais semelhante àquele que já se encontra no mercado. Precisavam, no entanto, de estar familiarizados com a mecânica do teste.

Dado existirem duas amostras que se pretende comparar com um *target* original, foi realizado o teste “*A/not A*” de acordo com a norma ISO 8588:2017, um teste de discriminação onde uma das amostras é marcada (neste caso com um X) e as restantes amostras são identificadas pelos provadores como sendo iguais ou diferentes de “X”.

Foram apresentadas quatro amostras aos provadores, embrulhadas em papel de alumínio e numeradas com três dígitos aleatórios, de acordo com a tabela 3.

Amostra	Fornecedor	Percentagem Pepita	Percentagem Aroma
X (target)	N/A	N/A	N/A
985	1	12	0,12
319	1	12	0,10
268	Amostra igual ao target		

Tabela 3 – Amostras facultadas aos provadores com o propósito de avaliação sensorial

Juntamente com as amostras, os provadores receberam uma ficha de prova (APÊNDICE I), um copo de plástico com água e uma bolacha de água e sal para limpeza do palato entre provas de amostras.

3.1.5.1. Análises dos resultados

O controlo estatístico dos dados foi feito de forma informal, os resultados são apresentados na tabela 4 tendo em consideração uma análise crítica do teste.

Provador	985	319	268
1	A	NOT A	A
2	A	A	NOT A
3	A	NOT A	A
4	NOT A	NOT A	A
5	A	NOT A	A
6	A	A	NOT A
7	A	NOT A	A
8	NOT A	A	A
9	A	A	NOT A
10	A	NOT A	A

Tabela 4 - Resultados de análise sensorial com base numa avaliação A/Not A, com a participação de 10 provadores e análise de três amostras

- Dos 10 provadores, sete reconheceram a amostra **268** como sendo igual ao *target*;
- Houve apenas um provador a reconhecer ambas as amostras diferentes do target (**985** e **319**) como **NOT A**;
- Oito dos provadores identificaram a amostra **985** como **A**;
- Quatro dos provadores identificaram a amostra **319** como **A**;
- Dos sete provadores que identificaram corretamente a amostra **268** como **A**, cinco identificaram a **985** como **A**.
- Dos sete provadores que identificaram corretamente a amostra **268** como **A**, apenas um identificou a **319** como **A**.

A amostra **985** foi reconhecida como igual ao *target* por oito das dez pessoas. Dessas dez pessoas, sete tinham corretamente identificado a amostra **268** como **A**. Dessas sete pessoas, cinco consideraram a amostra **985** como **A**, ao contrário da amostra **319**, apenas identificada como **A** por uma dessas sete pessoas. Com esta breve análise de resultados, a amostra **985** foi a amostra escolhida para passar para a próxima e última fase de aprovação pelo painel final, diferente do primeiro.

Uma análise com mais provadores seria necessária se houvesse um conjunto mais vasto de produtos a ser avaliados, bem como uma avaliação estatística mais aprofundada. No entanto, considerando que apenas havia duas possibilidades para escolha de produto, este ensaio foi considerado suficiente, tendo apresentado resultados satisfatórios.

3.1.6. Declaração nutricional

Após avaliação dos resultados e aprovação final pela equipa de projeto, bem como uma aprovação prévia de matérias primas e fornecedores por parte do departamento de controlo de qualidade, foi determinada a declaração informação nutricional do produto final aprovado. Essa determinação teórica foi feita com base nas declarações nutricionais já existentes bem como nas informações provenientes das fichas técnicas das novas pepitas, conforme permitido pelo regulamento 1169/2011.

3.2. Projeto 2 - Drageados de açúcar e otimização do processo

3.2.1. Âmbito do projeto

A metodologia utilizada neste segundo projeto teve como objetivo uma otimização e redução de variabilidade do processo de drageamento de um centro com uma solução de açúcar. Esta necessidade surge dado o processo ser relativamente recente na empresa e já haver histórico que permite equacionar uma possível melhoria fruto de intervenções de manutenção nos equipamentos. Após uma observação *in loco* inicial, considerou-se necessário um levantamento estruturado de oportunidades de melhoria, analisando as seguintes variáveis: os métodos de trabalho, os operadores, o equipamento, a rentabilidade e a qualidade do produto final. Todos os valores relativos a este projeto estão codificados, de modo a manter a confidencialidade dos mesmos.

3.2.2. A operação de drageamento

Por definição, os drageados são produtos que apresentam um centro de determinada matéria-prima envolvido por uma cobertura. Uma drageadora, semelhante à usada na produção,

representada na figura 5, consiste num equipamento rotacional que, quando ligado o motor, faz uma **dosagem** automática de solução por um sistema interno de bicos difusores durante um período de tempo previamente definido. Segue-se um período de **secagem**. Este ciclo é repetido ao longo de toda operação, sendo que este binómio tempo de dosagem/tempo de secagem deve ir sendo alterado de acordo com o engrossamento dos centros.

Pode-se dividir a operação de drageamento de centros em três diferentes etapas: (i) revestimento base, (ii) revestimento rápido (engrossamento), (iii) alisamento. A operação inicia-se ao colocar uma quantidade previamente definida de centros na drageadora e ligar o equipamento. De imediato, deve-se começar a dosear a solução de revestimento sobre os centros. O objetivo deste revestimento base é cobrir sulcos naturais, por exemplo, de frutos secos, que contêm uma superfície irregular. A quantidade de solução necessária para esta etapa dependerá do centro em questão dado que é influenciada por variáveis associadas ao mesmo, como a forma, a porosidade, o peso, a elasticidade e o comportamento lipofílico-hidrofílico. Alguns exemplos de centros drageados estão representados na figura 6.

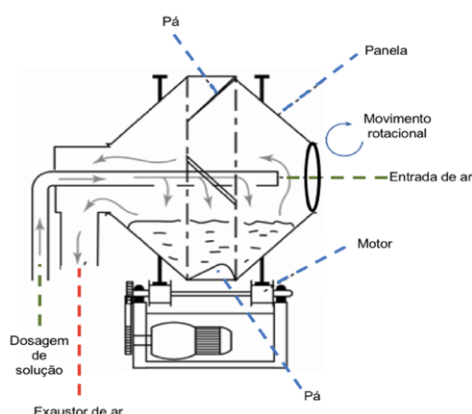


Figura 5- Ilustração do interior de uma drageadora convencional, adaptado



Figura 6 - Exemplo de centros drageados a açúcar e chocolate

3.2.3. Levantamento de dados do fluxo AS /S

Apresenta-se na figura 7 o mapa holístico do processo de drageamento (AS /S), incluindo todas as operações de transporte, inspeção de qualidade, operações de valor acrescentado e armazenamento de materiais em *stock*, *work in progress* (WIP) ou produto acabado.

As matérias-primas são recebidas no respetivo armazém, onde passam por uma avaliação por parte do **controlo de qualidade** (CQ) de modo a validar a sua conformidade. Uma vez aprovadas são **transportadas** para a unidade fabril onde serão utilizadas. O processo tem início com a **preparação da solução** base de açúcar (solução 1 na figura 7) nos cozedores e **preparação de outra solução** (solução 2 na figura 7). Essas duas soluções são **transportadas**,

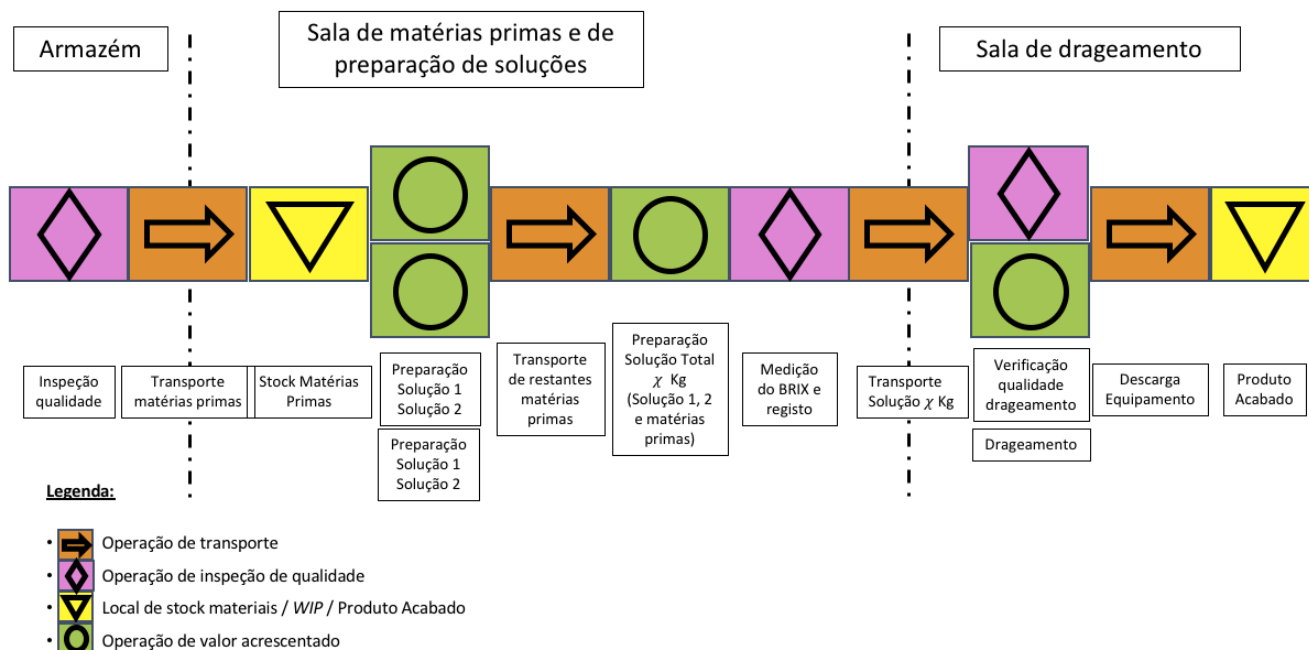


Figura 7 - Fluxo de processo de drageamento de centro com solução de açúcar evidenciando: operações de transporte, operações de inspeção de qualidade, local de stock, produto acabado e operações de valor acrescentado.

conjuntamente com as restantes matérias primas base necessárias às soluções finais a usar, para o local onde serão misturadas, perfazendo uma **solução final de χ kg**.

Antes do **transporte e utilização** desta solução no drageamento dos centros, existe um passo de **controlo de processo** da mesma, utilizando um refratómetro e medindo o *brix* (°) da solução, unidade que indica o conteúdo de açúcar numa solução aquosa, sendo que 1 g de sucrose em 100 g de solução equivale a 1 ponto percentual. Em impresso próprio, faz-se o registo °Bx de solução tal como da quantidade de solução adicionada.

De notar que estas fases, desde o ponto de “**stock de matérias primas**” até ao “**transporte de solução de χ kg**”, se repetem ao longo de um ciclo da operação em virtude de cada drageadora ter um tanque com uma capacidade de 2χ kg e ser necessário, na totalidade da operação, cerca de 16χ kg de solução. A operação só deve ser dada como terminada quando 10 unidades de centros drageados pesarem Z g.

As drageadoras automáticas, controladas autonomamente por um sistema informático, permitem um controlo da operação, reduzindo a variabilidade e consequentemente melhorando o rendimento deste. Nestas drageadoras, está definido um plano de alteração de tempos de ciclo à medida que a solução é adicionada.

Por sua vez, no sistema convencional utilizado, já semiautomático, são os operadores que, ao longo das várias fases da operação, ajustam os tempos de dosagem e secagem dos

equipamentos manualmente num sistema digital e de acordo com a sua própria sensibilidade que está dependente da sua experiência.

Foi feito um levantamento dos dados de um ciclo completo da operação de modo a conseguir compreender o seu mecanismo e os valores que esta apresenta. Para efeitos deste relatório, considere-se a terminologia abaixo:

- Para um lote ser produzido, são necessárias, em média **T1 horas**, incluindo tempos de paragem;
- Apenas algumas dessas horas são horas de trabalho efetivo do equipamento, doravante designadas de **T2 horas**;
- Por último, as cadências de produção incluindo e excluindo tempos de paragem denominam-se de **Ca1 kg/h** e **Ca2 kg/h**, respetivamente.

3.2.4. Levantamento de oportunidades de melhoria

Para uma melhor compreensão do processo, foi feito um acompanhamento no “chão de fábrica”, ao longo de dois meses. Esta avaliação passou por ir observando, falando e questionando os operadores e os seus métodos de trabalho. Foi-se também avaliando o processo, tanto a nível de produto como do desenvolvimento deste ao longo do tempo. Com esta avaliação fez-se um levantamento de oportunidades de melhoria (APÊNDICE II), tendo como finalidade a sua análise de modo a planear uma estratégia de atuação e a otimizar o processo. Os principais pontos levantados foram:

- Redução da variabilidade da operação de drageamento;
- Utilização de gestão visual na área de preparação de solução;
- Redução do tempo de *setup* da operação de drageamento.

Dada a sua relação custo-benefício, o primeiro destes temas foi identificado como prioritário, tendo sido o objeto chave de trabalho no âmbito deste projeto. Os restantes, devem ser considerados numa abordagem futura, sendo também importantes para um fluxo otimizado.

3.2.5. Redução da variabilidade da operação de drageamento

De modo a abordar este problema de forma sistemática, foi utilizado o indicador de performance, o OEE – *overall equipment efficiency*, que é afetado negativamente pelas ocorrências que não acrescentam valor. Com esta abordagem, foi possível considerar e avaliar os vários tipos de perda dos quais a operação de drageamento estava a ser alvo.

A avaliação foi realizada durante quatro semanas consecutivas. Em primeiro lugar, e representado na figura 8, definiu-se o **tempo total de funcionamento**: o tempo em que está planeado o equipamento estar a funcionar durante um dia de trabalho. Como os ciclos de trabalho eram de dois turnos, cada um de oito horas, o tempo de funcionamento equivale a 16

horas. O **tempo de abertura**, que exclui paragens como pausas para almoço ou formações é, neste caso, igual ao tempo total de funcionamento, visto não haver pausas deste género durante o processo.

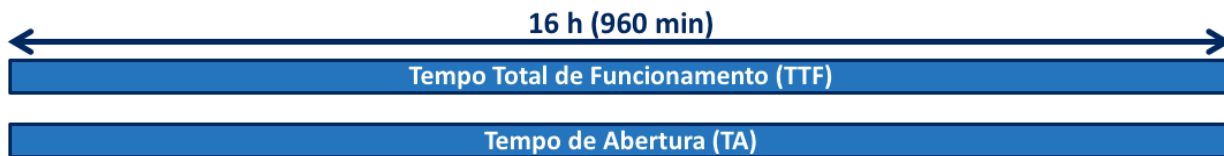


Figura 8 - Análise de overall equipment efficiency - tempo total de funcionamento e tempo de abertura.

3.2.5.1. Tempo disponível

As perdas de disponibilidade podem incluir paragens para manutenção, limpezas/*setup* ou avarias.

Considerando novamente o funcionamento a dois turnos, existia a necessidade, ao final do dia, de retirar todo o produto, ainda não terminado, de dentro das drageadoras de forma a assegurar a continuidade do processo em conformidade na manhã seguinte. Para se reiniciar o trabalho, o produto tinha que ser recolocado dentro das drageadoras. Estes dois momentos de carga e descarga são tempos considerados e incluídos nesta análise.

Sempre que se concluía um lote, procedia-se à limpeza do equipamento, etapa denominada de *setup*. Em média, havia dois períodos de *setup* a cada cinco dias. Considerando o tempo médio de cada *setup*, conseguiu-se inferir quanto tempo era gasto em *setup* por dia, utilizando esses valores nesta análise.

Para além destes dados, foi selecionada aleatoriamente uma das drageadoras e foi feito um registo completo (APÊNDICE III) das suas paragens. No final do período de estudo, comprovou-se que em média a máquina esteve parada Y horas por dia, considerando também este tempo na análise.

Ao tempo de abertura retiraram-se os dois momentos de carga e descarga, o tempo médio gasto em *setup* por dia e as horas adicionais de paragem. O **OEE de disponibilidade** resultante é de **65 %** conforme representado na figura 9.



$$Disponibilidade = \frac{TempoDisponivel}{TempoAbertura} = 65\%$$

Figura 9 - Avaliação das perdas de disponibilidade e consequente cálculo de OEE de disponibilidade.

3.2.5.2. Tempo de rendimento

Após observação e registo, identificou-se uma discrepância no controlo do binómio **tempo de secagem/tempo de dosagem** ao longo da operação. Dado que se trata de um processo semiautomático, depende em grande parte da experiência do operador.

Definiu-se a experiência de um operador como a sua capacidade de perceber um conjunto de não conformidades no produto, bem como as suas causas. Foram identificadas as causas mais relevantes e são de seguida discutidas as suas implicações na qualidade do produto.

Uma **secagem em demasia** resultará na formação de uma quantidade excessiva de pó, o que por sua vez influenciará diretamente a qualidade do produto final ao potenciar a quebra e alterar a textura da camada exterior. Uma **secagem demasiado rápida**, seguida consequentemente por uma dosagem precoce, irá resultar na formação de uma camada superficial de cristais maiores e húmidos que, com o tempo, poderá levar a problemas de migração e humidade da superfície, resultando num produto manchado e com menos brilho. Idealmente, a secagem deve ser parada no ponto em que a cristalização está completa, ou seja, exatamente no momento em que começa a haver a formação de pó na drageadora (métrica empírica).

De modo a avaliar estas variáveis de dosagem e secagem, fez-se uma monitorização e registaram-se os valores deste binómio no momento em que os operadores procediam com o enchimento dos subsequentes χ kg de solução.

Para efeitos de normalização, considerou-se apenas um dos operadores, sendo apenas monitorizadas as suas ações ao longo de um variado número de operações, conforme representado na figura 10.

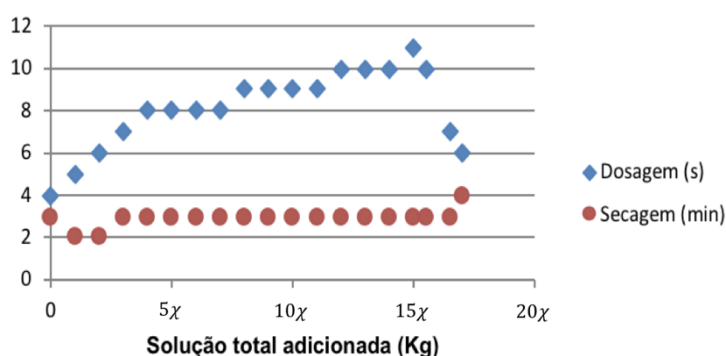


Figura 10 - Valores médios obtidos após monitorização do modo de operação do operador mais experiente. Cada par de pontos de dosagem e secagem representa os respetivos tempos médios em cada ciclo de enchimento.

A consistência no seu modo operacional comprovou-se e foi possível a criação de uma tabela base (APÊNDICE IV), que se aproximaria do “comportamento ideal” e deveria ser seguida de modo a normalizar a operação. Esta tabela relaciona o momento da adição de solução com

o tempo que se deve definir de dosagem e secagem. Os operadores, quando adicionassem os seguintes χ kg de solução, deveriam ajustar o binómio para os valores estipulados.

Com estes dados, surgiu a oportunidade de calcular a duração teórica **ideal** da operação. Foi desenvolvido um algoritmo (APÊNDICE V) que permitiu calcular duração teórica **ideal** da operação. Tendo um tempo definido de dosagem e secagem para cada novo enchimento de χ kg, foi possível calcular o tempo que demoraria a gastar cada uma dessas quantidades de solução, através da velocidade a que a solução era doseada. Para calcular a referida velocidade, foi feita uma recolha e subsequente pesagem de solução nas várias drageadoras, dividindo o peso da solução obtida pelo número de segundos de doseamento.

Conclui-se assim que se todos os operadores seguissem o padrão do operador em causa, a operação, sem paragens, deveria demorar $\frac{2}{3}$ de T2. Por conseguinte, a cadência respetiva passaria a $\frac{3}{2}$ de Ca2.

	AS IS	Ideal
Tempo de produção de um lote, excluindo paragens	T2 h	$\frac{2}{3}$ T2 h
Cadência média, excluindo paragens	Ca2 kg/h	$\frac{3}{2}$ Ca2 kg/h

Tabela 5 - Tempo total de funcionamento de máquina para produção atual e ideal e consequentes cadências médias de produção.

Com esta análise, foi possível calcular as perdas de rendimento ao considerar o tempo real da operação e o tempo ideal, resultando num **OEE de rendimento de 66%**, conforme representado na figura 11.

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{Tempo Ideal Processo}}{\text{Tempo Real}} = \frac{\frac{2}{3}T2}{T2} = 66\%$$



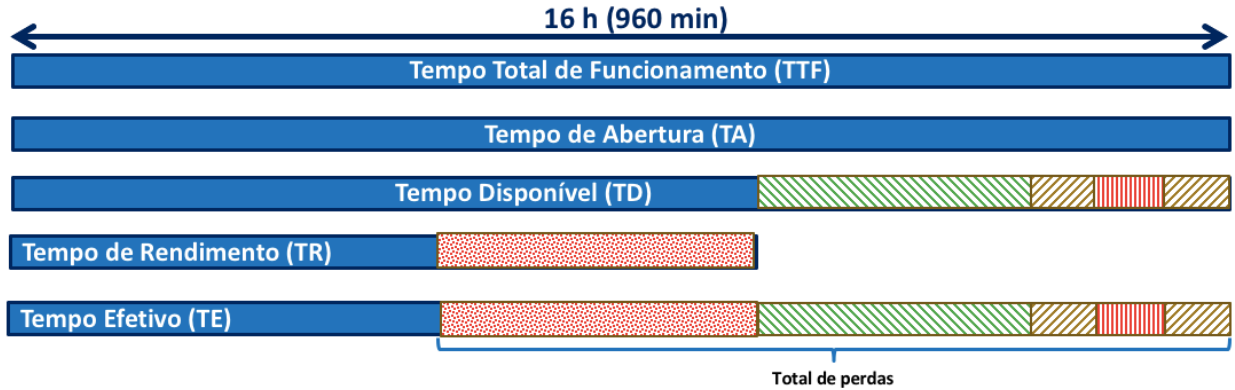
Figura 11 - Avaliação das perdas de rendimento e consequente cálculo de OEE de rendimento.

3.2.5.3. Tempo efetivo

Dada a estrutura do processo produtivo e o horizonte temporal do estágio curricular, não foi possível fazer uma avaliação das perdas de qualidade do produto final. Desta forma, considerou-se o tempo efetivo da operação igual ao tempo de rendimento, resultando num valor de OEE de qualidade de 100%. Contudo, fruto das observações feitas ao longo deste trabalho, este não sobressaiu como um tema que necessitasse de ações de melhoria imediatas.

3.2.5.4. OEE global

Resumindo os valores parciais anteriormente calculados, constata-se os seguintes resultados:



$$\begin{aligned} OEE &= OEE \text{ Disponibilidade} \times OEE \text{ Rendimento} \times OEE \text{ Qualidade} = \\ &= 65\% \times 66\% \times 100\% = \mathbf{43\%} \end{aligned}$$

Com o valor de OEE do processo calculado, é possível comparar com a quantidade que poderia ter sido produzida se o OEE fosse de 100 %, ou seja, se a produção acontecesse o mais rapidamente possível e sem qualquer tipo de paragens.

Em concreto, a questão que se coloca é a seguinte: no tempo que se demora a produzir um lote com um OEE de 43 %, quanto se poderia ter produzido com um OEE de 100%?

Consegue-se responder a esta questão com a seguinte expressão:

$$\begin{aligned} \text{lote potencial} &= \text{tamanho de lote} \times \frac{OEE \text{ ideal}}{OEE \text{ real}} = \text{tamanho de lote} \times \left(\frac{100\%}{43\%} \right) = \\ &= \text{tamanho de lote} \times 2,3 \end{aligned}$$

Ou seja, no tempo que se demora a produzir um lote com um OEE de 43%, poder-se-iam ter produzido **2,3 lotes**.

3.2.6. Definição do processo TO BE

Considerando os resultados teóricos obtidos na análise do processo, foram mimetizados os resultados na prática.

De forma a assegurar a adoção das boas práticas levantadas neste estudo, tornou-se necessário normalizar o método de trabalho entre todos os operadores. Para este efeito, foi colocada numa drageadora piloto e uma **tabela com os valores padrão** da operação, previamente definidos (APÊNDICE IV).

Para além desta alteração no processo de trabalho, os operadores passaram também a trabalhar num regime de **três turnos**. Desta forma, deixou de existir tempo perdido entre turnos, quer em paragens, quer em cargas e descargas.

3.2.7. Resultados

Neste novo regime, escalado em três turnos e com os valores do binómio dosagem/secagem pré-estipulados, foram realizados três ensaios industriais, com o propósito de confirmar os resultados conjecturados.

Em média, o fabrico de um lote passou a demorar aproximadamente $\frac{4}{7}$ de **T1** e $\frac{5}{6}$ de **T2** que, relembrando, incluem e excluem os tempos de paragem, respetivamente.

Analisando estes resultados metodicamente e calculando o novo OEE do drageamento, podemos sumariar da seguinte forma:

- O **tempo total de funcionamento** passou de 16 horas para 24 horas;
- O **tempo de abertura** passou de 16 para 24 horas, uma vez que continuou a não haver paragens planeadas;
- O **tempo disponível** sofreu alterações:
 - Com três turnos não houve necessidade de retirar o produto no final do dia e voltar a carregar as drageadoras no início do dia seguinte;
 - Fruto da adquirida continuidade do processo, passou a haver menos paragens não programadas, e consequentemente um melhor aproveitamento do horário de trabalho;
 - Havendo mais lotes produzidos por dia, houve um aumento no número de operações de *setup*. Visto o tempo médio da operação de *setup* se manter igual, o tempo de *setup* total por dia aumentou na mesma proporção.
 - Desta forma, o valor de OEE de disponibilidade resultante sobe para:

$$OEE \text{ disponibilidade} = \frac{\text{TempoDisponível}}{\text{TempoAbertura}} = 94\%$$

- O **tempo de rendimento**, resultante do nivelamento do modo de operação, passa a $\frac{5}{6}$ de T2. Consequentemente, o OEE de rendimento sobe para:

$$OEE \text{ rendimento} = \frac{\text{TempoIdealProcesso}}{\text{TempoReal}} = \frac{\frac{2}{3} T2}{\frac{5}{6} T2} = 80\%$$

- De uma forma **global**, obteve-se:

$$OEE = 94\% \times 80\% \times 100\% = 75\%$$

- Para fins comparativos, apresenta-se a tabela abaixo:

	AS IS	TO BE
Tempo total	16 horas	24 horas
OEE disponibilidade	65 %	94 %
OEE rendimento	66 %	80 %
OEE qualidade	100%	100 %
OEE	43 %	75 %

Tabela 6 – Comparação AS IS versus TO BE.

O **aumento total de eficiência** é de: $75\% / 43\% - 1 = 74\%$.

Conhecendo o aumento de eficiência da operação, consegue-se comparar o processo *AS IS* e o processo *TO BE* no que diz respeito, quer ao tempo demorado para produzir um lote, quer ao aumento das quantidades de produção.

A título de exemplo, supondo que um lote pesa 300 kg e o tempo para a sua produção *AS IS*, incluindo tempos de paragem, era de 50 horas, temos:

- No modelo *TO BE*, para produzir a mesma quantidade com um aumento de eficiência de 74%, passam a ser precisas:

$$50 / 1,74 = 29 \text{ horas}$$

- Analogamente, nas mesmas 50 horas, passamos a conseguir produzir:

$$300 \times 1,74 = 522 \text{ kg}$$

Com esta análise e implementação, foi possível passar de um OEE de 43 % (considerado baixo pelo *benchmark* industrial) para um de 75 %, considerado médio-alto.

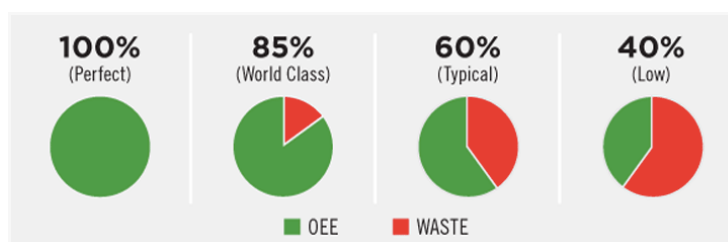


Figura 12 - Benchmark de valores de OEE definidos por padrões de indústria a nível mundial.

Consultores experientes valorizam mais uma **subida drástica**, como a que se demonstrou, do que o valor absoluto de OEE, destacando a importância da melhoria contínua e mostrando uma constante preocupação com a monitorização dos processos e as suas variáveis. Esta ideia é apoiada pela filosofia do pioneiro japonês do sistema de *total productive maintenance* (TPM) Seiichi Nakajima:

“Don’t fixate on the absolute value of OEE, instead fixate on your ability to improve your OEE.”

3.2.8. Sustentando os resultados

De modo a garantir que a operação de dragagem continua a seguir o padrão definido, foi elaborada um impresso para **registo** (APÊNDICE VI), permitindo uma confirmação periódica do modo de operação. Servindo para sustentar os resultados, é também útil para os próprios operadores, ao providenciar os valores espectáveis de *brix* de solução e peso de centros nas medições que devem passar a ser feitas ao longo do processo.

Ao fazer o registo, e estando descrito no documento o valor esperado, o operador consegue validar se o valor medido está conforme. Antes de adicionar a solução à drageadora, pode também verificar no documento qual o binómio dosagem/secagem que deve definir aquando a adição dos próximos χ kg de solução. Todos os valores medidos devem ser registados e cada etapa assinada pelo operador responsável.

No final do documento, é exigido o registo do tempo gasto na operação de *setup*, para cada uma das suas etapas. Adicionalmente, de forma a controlar o tempo perdido em paragens inesperadas, em intervenções necessárias, também foi adicionado um quadro de registo, para que estes imprevistos possam ser contabilizados.

Com este tipo de controlo, podem surgir novas oportunidades de melhoria, ao reconhecer padrões ou situações não conformes ao longo do tempo, fechando uma iteração do ciclo PDCA e começando uma nova.

4. Conclusões e trabalho futuro

A contínua exigência no desenvolvimento de novos produtos, na realização de ensaios industriais e na aprovação de exemplares exige um permanente contacto com fornecedores para estudar novas ideias e conceitos. Uma constante atenção às necessidades e expectativas do mercado poderá resultar no desenvolvimento de produtos com propriedades diferenciadoras da concorrência e apelativas para o consumidor. De salientar a importância da continuidade de investigação e desenvolvimento de novas amostras relativamente à procura, partilhando todos os dados recolhidos com outros departamentos, tais como o de *marketing* e o departamento comercial, para a formulação de novos produtos e novas estratégias de lançamentos.

Relativamente ao segundo projeto, a redução do tempo de *setup*, não estando este otimizado face à juventude do processo na empresa, é um ponto importante para um trabalho futuro. Após uma breve análise e temporização desta parte do processo, estima-se haver uma possibilidade de redução de tempo significativa. O processo beneficiaria também de uma melhor gestão visual, tanto nos equipamentos, como nas áreas de produção, com destaque para reformulação de instruções de trabalho na área de preparação de solução. Mais ainda, e num futuro próximo, podem-se alastrar todas as lições aprendidas neste projeto às restantes drageadoras, como forma de alcançar aumentos de eficiência semelhantes.

Por fim, resta-me referir que considero estes projetos um sucesso, não só pelos desafios ultrapassados e resultados conseguidos, mas também pelas pessoas que me ajudaram a atingi-los e pelas suas valiosas lições ensinadas.

5. Apêndices

APÊNDICE I – Ficha de prova da análise sensorial

Ficha de Prova

Análise Sensorial

O teste que se segue é um teste de discriminação. Neste teste deve ter como base durante a prova a amostra TARGET.

Pedimos que classifique as restantes amostras como sendo iguais ou diferentes do TARGET. Considere que todas podem ser iguais e todas podem ser diferentes, não deixando que isso influencie a sua escolha.

Recomendamos que avalie provisoriamente as amostras e que depois as reavalie confirmando e/ou corrigindo a sua avaliação inicial.

Se uma amostra lhe parecer ambígua, avalie-a de acordo com o seu melhor palpite.

Amostra 985: _____

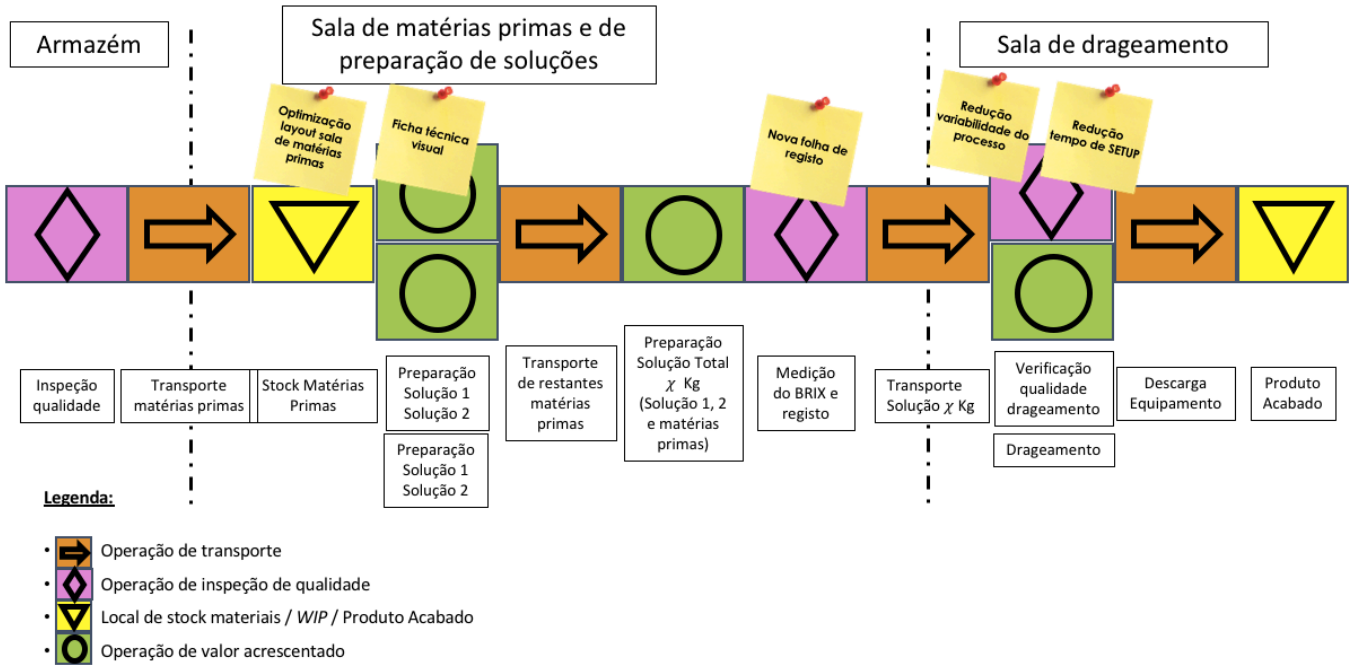
Amostra 319: _____

Amostra 268: _____

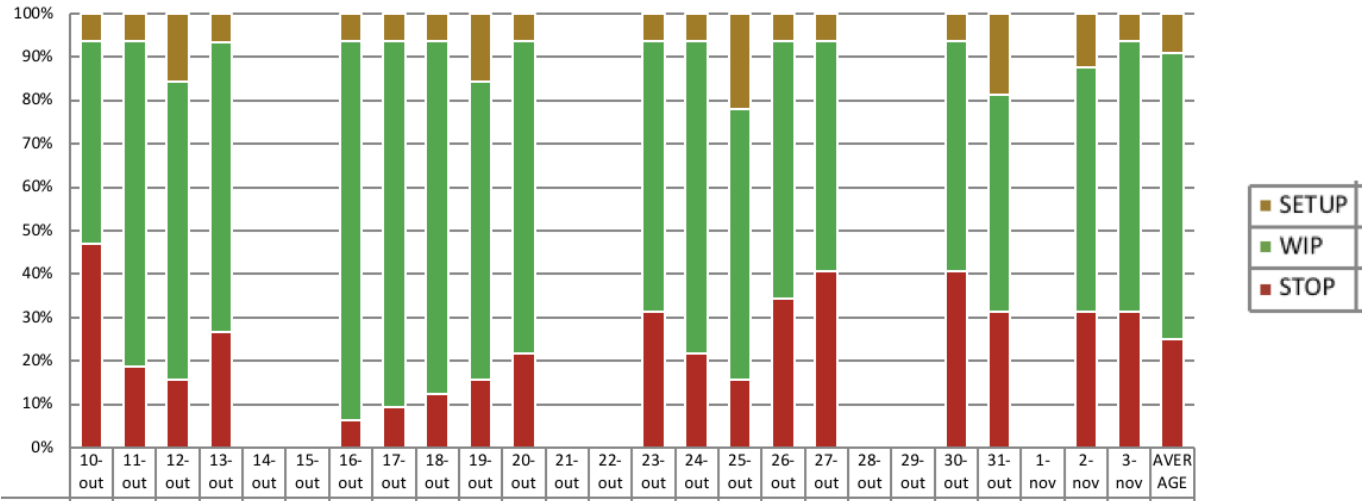
Observações:

Obrigado pela sua colaboração,
O departamento de I&D

APÊNDICE II – Levantamento de oportunidades de melhoria



APÊNDICE III – Exemplo de estudo de registo de tempos



APÊNDICE IV – Exemplo de registo de tabela de valores padrão definidos

(Indicação do tipo de drageado)				
SOLUÇÃO TOTAL (Kg)			DOSAGEM (s) (Vermelho)	SECAGEM (min) (Verde)
Solução 1 (Kg)	Solução 2 (Kg)	Solução 3 (Kg)		
χ			5	2,5
2χ			6	3
	χ		7	3
	2χ		8	3
	3χ		8	3
	4χ		8	3
	5χ		8	3
	6χ		8	3
	7χ		8	3
	8χ		9	3
	9χ		9	3
	10χ		9	3
	11χ		9	3
	12χ		10	3
	13χ		11	3
	14χ		10	4
		χ	6	4

APÊNDICE V – Algoritmo desenvolvido para cálculo de tempo ideal

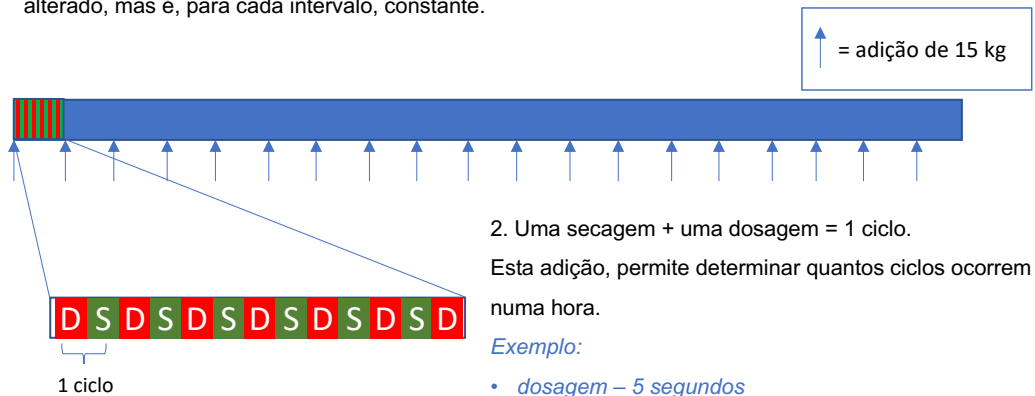
Todos os valores abaixo descritos servem apenas como exemplos ilustrativos. Assumindo que:

- 1 adição se solução é de **15 kg**
- A velocidade de dosagem é de **0,250 kg/s**

Temos:

1. Ao longo do processo, o operador vai adicionando 15 kg de solução.

Entre cada adição, o tempo de secagem e dosagem pode ou não ser alterado, mas é, para cada intervalo, constante.



Exemplo:

- dosagem – 5 segundos
- secagem – 2 minutos (120 segundos)

$$1 \text{ ciclo} = 5 + 120 = 125 \text{ segundos}$$

$$\# \text{ de ciclos em 1 hora} = \frac{1 \text{ hora}}{1 \text{ ciclo}} = \frac{3600}{125} = 28,8$$

3. Sabendo que:

$$v_{\text{média de dosagem}} = 0,250 \text{ kg/s}$$

É possível calcular quantos kg de solução são usados num ciclo.

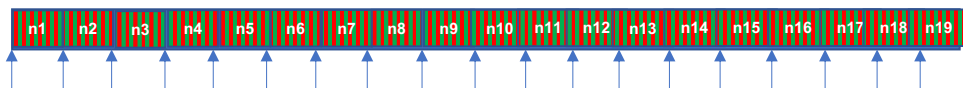
$$\text{dosagem por ciclo} = v_{\text{média de dosagem}} \times \text{tempo de dosagem} = 0,250 \times 5 = 1,25 \text{ kg}$$

4. Ao saber que se adicionam 15 kg de solução:

$$\text{dosagem por hora} = \text{dosagem por ciclo} \times \# \text{ de ciclos em 1 hora} = 1,25 \times 28,8 = 36 \text{ kg/h}$$

$$\text{tempo para usar solução adicionada} = \frac{1 \text{ hora} \times \text{solução adicionada}}{\text{dosagem por hora}} = \frac{3600 \times 15}{36} = 1500 \text{ seg} \approx 25 \text{ min}$$

 } Exemplo: Total 25 minutos



5.

Para calcular o tempo total do processo, bastará adicionar todos os tempos totais para cada uma das frações de 15 kg adicionados.

$$\text{tempo ideal do processo} = \sum_{i=1}^{19} n_i$$

onde n_i representa o tempo necessário para gastar a quantidade de solução do ciclo i .

APÊNDICE VI – Exemplo do novo registo proposto

EQUIPAMENTO / DRAGEADORA Nº

DATA/...../.....

HORA	TURNO	SOLUÇÃO ADICIONADA		SOLUÇÃO TOTAL (Kg)			DOSAGEM (S)	SECAGEM (min)	PESO 10 CENTROS (g)	OPERADOR RESPONSÁVEL
		QUANTIDADE SOLUÇÃO (kg)	BRIX (°)	Solução 1 (kg)	Solução 2 (kg)	Solução 3 (kg)				
			σ	χ	-	-	5	2,5	de-a-...	
			σ	2χ	-	-	6	2,5	...	
			σ	-	χ	-	7	3	...	
			σ	-	2χ	-	8	3	...	
			σ	-	3χ	-	8	3	...	
			σ	-	4χ	-	8	3	...	
			σ	-	5χ	-	8	3	...	
			σ	-	6χ	-	8	3	...	
			σ	-	7χ	-	8	3	...	
			σ	-	8χ	-	9	3	...	
			σ	-	9χ	-	9	3	...	
			σ	-	10χ	-	9	3	...	
			σ	-	11χ	-	9	3	...	
			σ	-	12χ	-	10	3	...	
			σ	-	13χ	-	11	3	...	
			σ	-	14χ	-	10	4		
			θ	-	-	χ	6	4	Z+	
HORA FIM PROCESSO:										

FASE	HORA INICIO	HORA FIM
Descarregar		
Lavagem equipamento		
Secagem equipamento		

PARAGENS	HORA INICIO	HORA FIM	MOTIVO

6. Bibliografia

- Afoakwa, E. (2010). *Chocolate science and technology*, 1ª edição, Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- Awua, P. (2002). *The success story of cocoa processing & chocolate manufacture in Ghana*, 1ª edição, Saffron Walden. Essex, UK.
- Beckett, S. (2009). *Industrial Chocolate Manufacture and Use*, 4ª edição, Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- Buijsse, B., Feskens, E. J., Kok, F. J., e Kromhout, D. (2006). Cocoa intake, blood pressure, and cardiovascular mortality: the Zutphen Elderly Study. *Archives of internal medicine*, **166**: 411-417.
- Coimbra, E. (2009). *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. 1ª edição, Kaizen Institute. Porto, Portugal.
- Cook, L. (1982). *Chocolate production and use*, 3ª edição, Harcourt. San Diego, EUA.
- Cooper, K., Donovan, J., Waterhouse, A., e Williamson, G. (2008). Cocoa and health: A decade of research. *British Journal of Nutrition*. **99**: 1-11.
- Decreto – Lei n.º 229/2003 de 27 de Setembro. *Diário da República n.º 224/2003 - Série I-A*. Ministério da Agricultura, Desenvolvimento Rural e Pescas. Lisboa
- Dhoedt, A. (2008). Food of the Gods: The rich history of chocolate. *AgroFOOD industry hi-tech*. **19**: 4-6.
- Dusting, G. (1996). Nitric oxide in coronary artery disease: roles in atherosclerosis, myocardial reperfusion and heart failure . *Myocardial Ischemia: Mechanisms, Reperfusion, Protection*. **1**: 33-55.
- Gwaltney-Brant, S. (2001). Chocolate intoxication. *Vet Med*. **96**: 108-111.
- Grassi, D., Lippi, C., Necozione, S., Desideri, G., e Ferri, C. (2005). Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **81**: 611-614.
- Holland, J. C., Narayan, P., Collieran (1991). Miles run per week and high-density lipoprotein cholesterol levels in healthy, middle-aged men: a dose-response relationship. *Archives of Internal Medicine*. **155**: 415-420.
- Hooper L., Kay C., Abdelhamid A., Kroon P., Cohn J., Rimm E. e Cassidy A. (2012) Effects of chocolate, cocoa, and flavan-3-ols on cardiovascular health: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *The American Journal of Clinical Nutrition*. **95**: 740–75.
- Juran, J., Godfrey, A. (1999). *Juran's Quality Handbook*. 6ª edição, Mc Graw Hill, EUA.
- Martins, R. (2007). Processamento de chocolate. *Dossier Técnico – Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro*. **1**: 10-18.

- Minifie, B. (1989). *Chocolate, Cocoa and Confectionery: Science and Technology*. 3ª edição, An Aspen Publication. Maryland, EUA.
- Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, T. H., Virtanen, J. K., Kaikkonen e Salonen, J. T. (2004). Dark chocolate consumption increases HDL cholesterol concentration and chocolate fatty acids may inhibit lipid peroxidation in healthy humans. *Free Radical Biology and Medicine*. **37**: 1351-1359.
- Pfeiffer, J. C., Hollowood, T. A., Hort, J., e Taylor, A. J. (2005). Temporal synchrony and integration of sub-threshold taste and smell signals. *Chemical senses*. **30**: 539-545.
- PortugalFoods e PwC (2017). Portugal Excecional: Estratégia de Internacionalização do Setor Agroalimentar 2012-2017. *PortugalFoods*, **1**: 195-205.
- Romanczyk Jr, L. J., Hammerstone Jr, J. F., e Buck, M. M. (1997). Antineoplastic cocoa extracts and methods for making and using the same. *US Patent and Trademark Office*, Patent nº 5,554,645.
- Tomaso, E., Massimiliano B. e Piomelli D. (1996). Brain cannabinoids in chocolate. *Nature*. **382**: 677.
- Voltz, M., e Beckett, S. (1997). Sensory of chocolate. *Manufacturing Confectioner*. **77**: 49-53.
- Watson, R., Preedy, V., e Zibadi, S. (2013). *Chocolate in health and nutrition*. 1ª edição, volume 7, Humana Press. Nova Jérсия, EUA.
- Watson, T. (2013). Earliest Evidence of Chocolate in North America. *Science*. Acedido em: 7, fevereiro, 2018 em: <http://www.sciencemag.org/news/2013/01/earliest-evidence-chocolate-north-america>

6.1. Fontes de imagens e tabelas

- **Figura 1** – <http://slideplayer.com/slide/7270648/>
- **Figura 2** – Afoakwa, E. (2010). *Chocolate science and technology*, 1ª edição, Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- **Figura 3** – Afoakwa, E. (2010). *Chocolate science and technology*, 1ª edição, Wiley-Blackwell. Oxford, UK.
- **Figura 4** – Coimbra, E. (2009). *Total Management Flow: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*. 1ª edição, Kaizen Institute. Porto, Portugal.
- **Figura 5** –
<https://www.medicinescomplete.com/mc/rem/current/login.htm?uri=https%3A%2F%2Fwww.medicinescomplete.com%2Fmc%2Frem%2F2012%2Fc46-fig-46-3.htm>
- **Figura 6** –
 - a. <https://www.albanesecandy.com>
 - b. <http://archive.persianbasket.com/sugar-coated-almonds-jordan-almonds-multi-colored>
- **Figura 13** – <https://www.leanproduction.com/oeo.html>
- **Tabela 1** – <https://www.barry-callebaut.com/about-us/media/press-kit/history-chocolate/theobroma-cacao-food-gods>